



Анализ вычислительной сложности подтверждает эффективность предложенного алгоритма по сравнению с классическим алгоритмом Йена. Вычислительная сложность разработанного алгоритма составляет величину $O(kmN^3)$, где k – число найденных кратчайших маршрутов, m – число провайдеров связи, N – число площадок ЦОД. В дальнейшем планируется развитие предложенного подхода с целью создания единой сетевой инфраструктуры распределенной обработки и передачи потоков данных для мультипровайдера связи Рязанского региона.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-505.2016.5 и гранта РФФИ 16-47-620300 р_а.

Литература

1. Горшков С.Г., Никитин Е.В., Саксонов Е.А. Задача формирования структуры базовой сети // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2010. № 2. С. 59-66.
2. Корячко В.П., Перепелкин Д.А., Иванчикова М.А. Алгоритм адаптивной маршрутизации в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 2 (44). С. 52-56.
3. Корячко В.П., Перепелкин Д.А., Иванчикова М.А. Алгоритм парных переходов каналов связи при динамическом изменении нагрузки в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи с различными зонами покрытия // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 48. С. 68-76.

Н.С. Куликов

ЦИФРОВОЙ МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ ВО ВРЕМЯ ПРОИЗВОДСТВА

(Московский авиационный институт)

Одной из важных проблем в ходе производства печатных плат (ПП) на текущий момент является возникновение деформации в структуре композитного материала основания, которые могут возникнуть из-за несоответствия исходных материалов требованиям производителей ПП, воздействия высоких температур и влажности на этапе производства ПП, вследствие совершения ошибки при проектировании ПП и даже из-за длительного хранения. Наличие деформаций может привести к ряду неисправимых дефектов, а именно: смещению проводников, уходу контактных площадок, изменению в геометрии ПП, разрыву проводников и других, не позволяющих изготавливать ПП высокого класса точности.



Существующие методы оценки деформации ПП имеют такие недостатки, как высокая стоимость реализации, малая скорость определения уровня деформации платы.

В работе представлен альтернативный метод оценки величины деформации ПП, целью которого является устранение недостатков существующих методов. Предложенный метод оценки основан на сравнении оцифровки ПП до (эталон) и после технологических этапов. Оцифрованное графическое представление поверхности печатной платы сравнивается с эталоном, происходит расчет величины деформации (смещения) для каждого отверстия ПП и расчет интегральной оценки деформации.

Метод подразумевает определение и оценку уровня деформации ПП без применения на нее физических воздействий и предполагает работу на реальных ПП в отличие от метода обсчета математической модели деформации ПП в САЕ системах. Предлагаемый метод позволяет производить оперативную оценку деформации ПП, что дает возможность своевременно вносить коррективы в последующие этапы производственной линии по изготовлению ПП. Также метод обозначает область наибольшей деформации для введения частичных масштабных коэффициентов или изменения расположения элементов в выявленной области при проектировании на последующих ПП.

Проведены испытания метода на реальных образцах и создано программное обеспечение на основе разработанного метода для автоматизированной оценки величины деформации ПП.

Результаты испытания метода на реальных образцах показали, что, исходя из средней величины направления деформации платы можно: прогнозировать направление самой деформации, управлять величиной за счет внесения корректировок в фотошаблон. Корректировка фотошаблона позволила уменьшить деформацию по всей плате на 20%, что уменьшает вероятность возникновения критичных при производстве дефектов на последующих этапах.

Литература

1. Mordvintsev A., Abid K. OpenCV-Python Tutorials Documentation Release 1/
A. Mordvintsev, K. Abid K. // 2017.
2. IPC/JEDEC-9704, PRINTED WIRING BOARD STRAIN GAGE TEST GUIDELINE, Developed by the JEDEC Reliability Test Methods for Packaged Devices Committee, 2005
3. Ronen A. Predicting Deformation and Strain Behavior in Circuit Board Bend Testing. / A. Ronen // Army Research Laboratory, 2012.
4. Бегер Е. Деформация печатных плат: как их предотвратить на этапе конструирования. / Бегер Е. // Печатный монтаж 1/2009.
5. ГОСТ Р 53429-2009. ПЛАТЫ ПЕЧАТНЫЕ. Основные параметры конструкции. Москва: Стандартинформ.